

3/PRTS

### Mischer mit Durchsatzglättung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Fördereinrichtung zum Transportieren eines förderbaren, insbesondere schüttgutartigen, Produktes, mit einer im wesentlichen zylindrischen Kammer, in der mindestens eine Welle angeordnet ist, die sich entlang der Zylinderachse erstreckt und wobei jede Welle eine Vielzahl erster Förderelemente zum Transport von Produkt in einer Produkt-Förderrichtung aufweist, die sich radial von der Welle aus erstrecken und an jeweils einem Verbindungsort auf der Oberfläche der Welle mit der Welle verbunden sind, wobei die einzelnen Verbindungsorte entlang einer schraubenartigen Linie an der Oberfläche der Welle angeordnet sind und die Vielzahl der ersten Förderelemente einen der schraubenartigen Linie entsprechenden ersten Gang mit einem ersten sog. diskontinuierlichen Steg bilden, der sich schraubenartig um die Oberfläche der Welle erstreckt. Dieser diskontinuierliche Steg oder "Quasi-Steg" besteht somit aus Förderelementen, die entlang einer Schraubenlinie an der Welle angeordnet sind.

Derartige Fördereinrichtungen werden z.B. für die Aufbereitung der Ausgangsstoffe für die Lebensmittel- oder Futtermittelherstellung verwendet. Bei dem zu transportierenden Produkt handelt es sich z.B. um die Ausgangsstoffe, die in der Regel körnige oder flockige, ggf. mit Wasser befeuchtete und zum Teil durchtränkte Produkte sind, die dann in weiteren Schritten zu Nahrungsmittel- oder Futterprodukten verarbeitet werden. Diese weiteren Schritte erfolgen z.B. in einem Extruder, einem Flockierwalzwerk oder in einer Pelletpresse.

Bei der Förderung solcher oder ähnlicher schüttgutartiger Produkte durch die eingangs genannte Fördereinrichtung erfolgt während des Transports des Produktes mittels der Förderelemente eine zunehmende Kompaktierung des Produktes zu pfropfenartigen Anhäufungen, die am Austritt der Fördereinrichtung stossartig austreten und somit zu einem ungleichmässigen Ausstoss der Produktes am Austritt der eingangs genannten Fördereinrichtung führen. Diese Ungleichmässigkeit des Produktflusses setzt sich dann

in den weiteren Verfahrensstufen der Produktaufbereitung und Produktverarbeitung fort und führt einerseits zu einer ungleichmässigen Verarbeitung des Produktes und andererseits zu einer ungleichmässigen Belastung oder gar Überlastung der Maschinen in den weiteren Verarbeitungsstufen. Auf jeden Fall lässt sich somit kein optimierter kontinuierlicher Prozess fahren.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, den Ausstoss des Produktes am Austritt der eingangs genannten Fördereinrichtung zu vergleichsmässigen.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass bei der eingangs genannten Fördereinrichtung zumindest in Teilbereichen des ersten Gangs weitere Elemente angeordnet sind, die in den ersten Gang ragen. Diese weiteren Elemente bewirken eine wiederholte Zerteilung möglicher Produktanhäufungen, die während des Förderns des Produktes in dem Gang entstehen können. Durch dieses wiederholte "Zerschneiden" von Produktanhäufungen, bei dem die zerteilten Teilanhäufungen des schüttgutartigen Produktes in der Regel auch voneinander wegbewegt werden, erfolgt die angestrebte Vergleichsmässigung des Produkttransports durch die erfindungsgemässe Fördereinrichtung, vor allem jedoch an deren Austritt, so dass der pulsierende Produktausstoss des Stands der Technik geglättet wird.

Zweckmässigerweise sind die weiteren Elemente ebenfalls Förderelemente zum Transport von Produkt. Da diese weiteren Förderelemente jedoch innerhalb des Gangs angeordnet sind, bewirken sie die Förderung nur eines Teils der Produktanhäufungen in dem jeweiligen Gang, was zu einer räumlichen Trennung dieses Teils von der jeweiligen Produktanhäufung führt. Da dieser teilweise Weitertransport von Produktanhäufungen mittels der weiteren Förderelemente in der gesamten Fördereinrichtung wiederholt erfolgt, findet eine Glättung des Produktausstosses statt.

Vorzugsweise bilden die weiteren Elemente mindestens einen weiteren diskontinuierlichen Steg, der entlang und innerhalb des ersten Gangs derart verläuft, dass der erste Gang zumindest in Teilbereichen in mindestens zwei Teilgänge unterteilt ist. Dies führt zu einer weitgehend symmetrischen Teilung der Produktanhäufungen und letztendlich zu einem gleichmässig geglätteten Produktausstoss.

Bei einer vorteilhaften Ausführung nimmt entlang der Produkt-Förderrichtung die Anzahl der weiteren diskontinuierlichen Stege und damit die Anzahl der Teilgänge zu. Dies ermöglicht mit zunehmendem Transportweg innerhalb der Fördereinrichtung eine immer weitere Zerteilung von entstehenden Produktanhäufungen, so dass eine besonders feine Glättung mit nur geringer "Restwelligkeit" des Produktausstosses erzielt wird.

Bei Bedarf können entlang der Produkt-Förderrichtung auch Bereiche mit grösserer und Bereiche mit kleinerer Anzahl diskontinuierlicher Stege aufeinanderfolgen, oder es können entlang der Produkt-Förderrichtung Bereiche mit zunehmender und Bereiche mit abnehmender Anzahl diskontinuierlicher Stege aufeinanderfolgen. Dadurch können während des Transports des Produktes durch die Fördereinrichtung gezielt Produktanhäufungen mit einer evtl. begleitenden Kompaktierung aufgebaut bzw. abgebaut werden. Dies ist bei manchen Produkten für die Einarbeitung bzw. das Einwirken eines Fluids, wie z.B. Wasser und/oder Dampf, sowie für den thermischen Energieeintrag entlang der Produkt-Förderstrecke hilfreich.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführung nimmt entlang der Produkt-Förderrichtung die Steigung des ersten Gangs zu. Die zunehmende Steigung bewirkt zumindest bis zu einer Gangsteigung von  $45^\circ$  eine zunehmende Förderwirkung, was einer evtl. Kompaktierung des Produktes entlang des Produkt-Transportweges ebenfalls entgegenwirkt und somit zur Vergleichsmässigung des Produktausstosses beiträgt.

Auch hier können entlang der Produkt-Förderrichtung Bereiche mit grösserer und Bereiche mit kleinerer Steigung des ersten Gangs aufeinanderfolgen, oder es können entlang der Produkt-Förderrichtung Bereiche mit zunehmender und Bereiche mit abnehmender Steigung des ersten Gangs aufeinanderfolgen. Ähnlich wie durch die weiter oben erwähnte unterschiedliche Anzahl der Stege können dadurch während des Transports des Produktes durch die Fördereinrichtung ebenfalls gezielt Produktanhäufungen mit einer evtl. begleitenden Kompaktierung aufgebaut bzw. abgebaut werden.

Die Förderelemente können als Paddel bzw. Schläger ausgebildet sein. Diese im wesentlichen ebenen Elemente sind konstruktiv besonders einfach und haben neben ihrer

fördernden Wirkung aufgrund ihres Anstellwinkels auch noch eine zerteilende ("schneidende") Wirkung beim Ergreifen einer evtl. Produktanhäufung während des Förderns.

Die Förderelemente können auch schaufelartig geformt sein und ermöglichen dadurch eine Anpassung an das Transport- bzw. Fließverhalten des schüttgutartigen Produktes.

Besonders vorteilhaft ist eine Ausführung, bei der mindestens ein erster Teil der Förderelemente Paddel bzw. Schläger sind und ein weiterer Teil der Förderelemente schaufelartig geformt sind. Dies ermöglicht eine Optimierung der Transport- und Zerteilwirkung durch die Förderelemente.

Bei all den oben genannten Ausführungen ist es vorteilhaft, wenn die entlang der schraubenartigen Linie auf der Oberfläche der Welle mit der Welle verbundenen und den ersten diskontinuierlichen Steg bildenden ersten Förderelemente und die zumindest in Teilbereichen des ersten Gangs angeordneten weiteren Elemente derart angeordnet sind, dass ein in der zylindrischen Kammer enthaltenes Produktvolumen, das aufgrund einer Drehung der Welle mittels eines der ersten Förderelemente entlang der Produktförderrichtung auf einem Produktweg in der Kammer ein Stück weiterbewegt wird, von mindestens einem den Produktweg kreuzenden Element der weiteren Elemente zerteilt und auseinanderbewegt wird, bevor dieses Produktvolumen von mindestens einem weiteren der ersten Förderelemente erfasst und weiterbewegt wird. Dieses Weiterbewegen erst nach einer jeweiligen vorherigen Zerteilung und Auseinanderbewegung möglicher Produktanhäufungen beugt einer verstärkten Produktanhäufung vor und wirkt sich somit positiv auf die Glättung aus.

Zweckmässigerweise nimmt die Zahl der Gänge entlang der Produktförderrichtung von einem Gang bis zu maximal acht Gängen zu. Eine weitere Steigerung der maximalen Anzahl der Gänge würde aufgrund des Eigenvolumens (notwendige Blattdicke x Blattfläche) der einzelnen Förderelemente das für das Produkt zur Verfügung stehende freie Volumen in der Fördereinrichtung zu stark verringern und somit die Kompaktierung des Produktes im Austrittsbereich begünstigen, wäre also kontraproduktiv. Ein weiterer begrenzender Faktor ist die Wandhaftung des Produktes an den Förderelementen.

Die ersten Förderelemente sind an der Welle stets derart angeordnet, dass der Ort, zu dem ein Produktvolumen aufgrund der Drehung der Welle durch Kontakt mit einem der ersten Förderelemente entlang der Produkt-Förderrichtung verschoben wird, nach einem bestimmten ersten Drehwinkel der Wellendrehung mit einem weiteren, an der Welle weiter förderabseitig gelegenen der ersten Förderelemente in Kontakt gelangt, um entlang der Produkt-Förderrichtung weiter verschoben zu werden.

Die axial benachbarten Förderelemente sind zweckmässigerweise um  $90^\circ$  versetzt zueinander an der Welle angeordnet. Diese  $90^\circ$ -Teilung oder Vierer-Teilung hat sich als besonders vorteilhafte übersichtliche Geometrie für die Förderwelle mit den Förderelementen erwiesen.

Vorzugsweise ist der oben erwähnte bestimmte Drehwinkel  $> 90^\circ$ . Dies verringert die Förderwirkung bei gleicher Drehzahl gegenüber derjenigen bei einem bestimmten Drehwinkel von  $90^\circ$ , wodurch die Verweilzeit in der Förderrichtung erhöht wird. Noch vorteilhafter aus diesem Grund ist es, wenn der bestimmte Drehwinkel  $> 180^\circ$  ist. Bei einer besonders vorteilhaften Ausführung ist der bestimmte Drehwinkel  $> 270^\circ$ , insbesondere  $270^\circ$ . Hier ergibt sich noch weniger Förderwirkung, dafür aber eine um so längere Verweilzeit.

Anstatt der genannten Viererteilung mit axial versetzten Förderelementen an den Umfangswinkel-Positionen  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  und  $270^\circ$  der Welle können z.B. auch Fünfer-Teilungen oder Sechser-Teilungen verwendet werden mit den entsprechenden Umfangswinkel-Positionen  $72^\circ$ ,  $144^\circ$ ,  $206^\circ$  und  $278^\circ$  bzw.  $60^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $240^\circ$  und  $320^\circ$ .

Durch die ersten Förderelemente und die weiteren Förderelemente werden entlang der Produkt-Förderrichtung an der Welle Bereiche mit unterschiedlicher Gängigkeit (diskontinuierliche bzw. Quasi-Gänge) bestimmt. Bei Bedarf nimmt die Gängigkeit entlang der Produkt-Förderrichtung zu, wobei insbesondere entlang der Produkt-Förderrichtung an der Welle die Gängigkeit von einem ersten axialen Wellenabschnitt zu einem stromab benachbarten weiteren Wellenabschnitt jeweils verdoppelt wird oder entlang der Produkt-Förderrichtung an der Welle die Gängigkeit von einem ersten axialen Wellenab-

schnitt zu einem stromab benachbarten weiteren Wellenabschnitt jeweils um einen Gang zunimmt.

Ähnlich wie die ersten Förderelemente sind die weiteren Elemente an der Welle vorzugsweise derart angeordnet, dass der Ort, zu dem ein Teil des Produktvolumens aufgrund der Drehung der Welle durch Kontakt mit einem der weiteren Elemente entlang der Produkt-Förderrichtung verschoben wird, nach einem bestimmten weiteren Drehwinkel der Wellendrehung mit einem weiteren, an der Welle weiter förderabseitig gelegenen der weiteren Elemente in Kontakt gelangt, um entlang der Produkt-Förderrichtung weiter verschoben zu werden, wobei der weitere Drehwinkel kleiner als der erste Drehwinkel ist.

Die Erfindung bezieht sich auch auf einen Vorkonditionierer zum Vorkonditionieren eines schüttgutartigen, flüssigkeitsaufnahmefähigen Produktes, mit einer Mischkammer, die zum Benetzen des Produktes mit der Flüssigkeit, insbesondere mit Wasser und/oder Dampf, ausgelegt ist, und einer Verweilkammer, die zum Einwirkenlassen der Flüssigkeit auf das Produkt ausgelegt ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Verweilkammer eine Fördereinrichtung gemäss einem der obigen Absätze ist. Durch die Vergleichsmässigung des Produkttransportes durch die Verweilkammer und des Produktausstosses am Produktaustritt entsteht in der Verweilkammer auch ein Sog, der auf in der Mischkammer beigemischte Dämpfe, wie z.B. Wasserdampf, wirkt und diese in die Mischkammer zieht. Dies wiederum führt zu einer besseren Benetzung und einem besseren thermischen Wärmeintrag in der Mischkammer.

Schliesslich bezieht sich die Erfindung auch auf ein Verfahren zum Transportieren eines förderbaren, insbesondere schüttgutartigen, Produktes, mittels einer Fördereinrichtung gemäss einem der obigen Absätze, dadurch gekennzeichnet, dass ein in der zylindrischen Kammer enthaltenes Produktvolumen aufgrund einer Drehung der Welle mittels eines Förderelements einer ersten Gruppe von Förderelementen entlang der Produkt-Förderrichtung auf einem Produktweg in der Kammer ein Stück weiterbewegt wird und von mindestens einem den Produktweg kreuzenden Element einer Gruppe weiterer Elemente zerteilt und auseinanderbewegt wird, bevor mindestens ein Teil dieses Produktvolumens von mindestens einem weiteren der ersten Förderelemente erfasst und

weiterbewegt wird. Hierbei überwiegt die zerteilende Wirkung der Förderelemente gegenüber ihrer fördernden Wirkung, so dass eine weitgehende Vergleichsmässigung erzielt wird.

Die Erfindung ermöglicht somit eine optimale Einstellung des Fördereffektes durch:

- 1) die Anzahl der Stege (kontinuierlich) bzw. Quasi-Stege (diskontinuierlich) entlang der Welle;
- 2) die Steigung der Stege (kontinuierlich) bzw. Quasi-Stege (diskontinuierlich) entlang der Welle;
- 3) die Teilung der Stege (Anzahl der Förderelemente entlang eines 360°-Winkels in Umfangsrichtung an der Welle); und
- 4) den Anstellwinkel sowie die Form der Förderelemente (Blätter, Paddel, Schaufeln).

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nun folgenden, nicht einschränkend aufzufassenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Fördereinrichtung anhand der Zeichnung, wobei:

- Fig. 1 eine Perspektivansicht der mit Förderelementen bestückten Welle der erfindungsgemässen Fördereinrichtung zeigt;
- Fig. 2 eine Seitenansicht der Welle von Fig. 1 ist;
- Fig. 3 eine Perspektivansicht des austrittsseitigen Endbereichs der Welle von Fig. 1 in vergrössertem Massstab zeigt; und
- Fig. 4 die Seitenansicht der Welle von Fig. 1 sowie Schnitte entlang der Ebenen A-A, B-B, C-C und D-D zeigt.

Fig. 1 ist eine Perspektivansicht der mit Förderelementen bestückten Welle der erfindungsgemässen Förderreinrichtung gemäss dem bevorzugten Ausführungsbeispiel. Die

Welle 1 weist einen Teilbereich B mit sowohl entlang der Axialrichtung als auch der Umfangsrichtung der Welle 1 gleichmässig beabstandeten ersten Förderelementen 21, 22, 23, 24, 31, 32, 33, 34, 41, 42, 43, 44, 51, 52, 53, 54, 61, 62, 63, 64, 71, 72. Die Anstellwinkel der Förderelemente 21 bis 72 in Teilbereich B der Welle 1 sind so ausgelegt, dass eine Drehung der Welle 1 um ihre Längsachse im Gegenuhrzeigersinn, wenn man entlang der Produktförderrichtung F schaut, einen Transport des Produktes in der Kammer (nicht gezeigt) entlang der Produkt-Förderrichtung F bewirkt. Im Bereich des austrittsseitigen Endes der Welle 1 befindet sich ein weiterer Teilbereich A, in dem weitere Elemente 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 an der Welle 1 angeordnet sind. Diese weiteren Elemente 2 bis 15 im austrittsseitigen Teilbereich A der Welle 1 sind dichter zueinander angeordnet als die ersten Förderelemente 21 bis 72 des Teilbereichs B der Welle 1. Die weiteren Elemente 2 bis 15 des Teilbereichs A der Welle 1 haben ausserdem unterschiedliche Grössen, sind jedoch ebenfalls als Förderelemente ausgebildet. Zwischen dem Förderelement 10, das einem Kranz aus acht Förderelementen 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 angehört, und einem entlang der Förderrichtung F axial beabstandeten Förderelement 17 befindet sich ein parallel zur Wellenachse verlaufender Steg 16, der das Förderelement 10 und das Förderelement 17 an ihren radial äusseren Bereichen verbindet.

Fig. 2 ist eine Seitenansicht der in Fig. 1 dargestellten Welle 1. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden in Fig. 1 nicht alle der weiteren Elemente 2 bis 15 des Teilbereichs A der Welle 1 mit Bezugsziffern versehen.

Fig. 3 ist eine vergrösserte Darstellung des austrittsseitigen Teilbereichs A der Welle 1.

Wie man aus Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3 erkennt, befinden sich im Teilbereich A die beiden diametral gegenüberliegenden Förderelemente 2 und 3, die eine Zweier-Teilung bilden, das heisst sie sind um  $180^\circ$  entlang der Umfangsrichtung der Welle 1 versetzt. Von diesen beiden Förderelementen 2 und 3 entlang der Förderrichtung F beabstandet befindet sich ein Kranz aus vier Förderelementen 4, 5, 6, 7, die ebenfalls entlang der Umfangsrichtung der Welle 1 gleichmässig verteilt gemäss einer Vierer-Teilung angeordnet sind, das heisst sie sind um  $90^\circ$  zueinander versetzt entlang der Umfangsrichtung der Welle angeordnet. Hiervon entlang der Förderichtung F beabstandet befindet sich ein ab-



schliessender Kranz aus acht Förderelementen 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, die eine Achter-Teilung bilden, das heisst die Förderelemente 8 bis 15 sind um  $45^\circ$  entlang der Umfangsrichtung der Welle zueinander versetzt angeordnet. Ausserdem sind die Förderelemente 8 bis 15 dieses Achter-Kranzes etwas kleiner als die förderaufseitigen restlichen Förderelemente 2 bis 7 und 21 bis 72. Sämtliche Förderelemente 2 bis 15 als auch 21 bis 72 haben jedoch dieselbe radiale Ausdehnung und erstrecken sich im wesentlichen bis zur Innenwand der zylindrischen Kammer (nicht gezeigt).

Die ersten Förderelemente 21 bis 72 sind als Vierer-Teilung angeordnet, das heisst, ihre Elemente sind entlang der Umfangsrichtung der Welle um  $90^\circ$  zueinander versetzt. Ausserdem sind diese ersten Förderelemente 21 bis 72 in der Axialrichtung der Welle 1 zueinander gleichmässig verteilt angeordnet. Die Förderelemente 21, 22, 23, 24 bilden eine erste zyklische Gruppe, die Förderelemente 31, 32, 33, 34 bilden eine zweite zyklische Gruppe, die Förderelemente 41, 42, 43, 44 bilden eine dritte zyklische Gruppe, die Förderelemente 51, 52, 53, 54 bilden eine vierte zyklische Gruppe, und die Förderelemente 61, 62, 63, 64 bilden eine fünfte zyklische Gruppe. Die beiden letzten Förderelemente 71, 72 bilden eine unvollständige sechste zyklische Gruppe. Die Förderelemente jeder zyklischen Gruppe im Teilbereich B (siehe Fig. 1 und Fig. 2) sind derart angeordnet, dass entlang der Axialrichtung der Welle benachbarte Förderelemente um  $90^\circ$  entlang der Umfangsrichtung der Welle versetzt sind. Wenn im Förderbetrieb bei sich drehender Welle 1 z.B. ein Produktvolumen durch das Förderelement 62 entlang der Förderrichtung F ein Stück weiter transportiert wird, erfährt dieses Produktvolumen erst nach einer  $270^\circ$ -Drehung der Welle 1 durch das Förderelement 61 eine weitere Transportbewegung entlang der Produkt-Förderrichtung F. Dieser Zusammenhang bezüglich der Transportwirkung beliebiger Produktvolumen gilt für sämtliche Förderelemente 21 bis 72 des Teilbereichs B. durch diesen relativ grossen Drehwinkel von  $270^\circ$  zwischen aufeinanderfolgenden Transporteinkwirkungen auf ein beliebiges Produktvolumen in der Fördereinrichtung wird eine verhältnismässige schwach ausgeprägte Förderwirkung erzielt. Im Innern der zylindrischen Kammer (nicht gezeigt) der erfindungsgemässen Fördereinrichtung führt dies zu einem sehr hohen Füllgrad und einer grossen Verweilzeit des Produktes.

Im Teilbereich A sind die weiteren Elemente 2 bis 15 viel dichter angeordnet als Im Teilbereich B. Entlang der Förderleitung F folgen im Teilbereich A der Welle drei verschiedene zyklische Bereiche aufeinander. Der erste zyklische Bereich des Teilbereichs A besteht aus den Förderelementen 2 und 3, der zweite zyklische Bereich des Teilbereichs A besteht aus den Förderelementen 4, 5, 6, 7, und der dritte zyklische Bereich des Teilbereichs A besteht aus den etwas schmälere Förderelementen 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.

Bei der Förderung eines schüttgutartigen Produktes entlang der Förderrichtung F durch die sich drehende Welle 1 entstehen im Teilbereich B periodisch aufeinanderfolgende Bereiche grösserer und geringerer Produktdichte. Würden diese entlang der Produkt-Förderrichtung F abwechselnd stärker und weniger stark kompaktierten Bereiche der Produktfüllung förderabseitig des Förderelementes 21 aus der zylindrischen Kammer (nicht gezeigt) ausgestossen, so entstünden die für diese Art der Förderung bzw. Kompaktierung typischen pulsierenden Ausstossbewegungen des Produkts. Dieser pulsierende Produktausstoss wird nun aber durch die Förderelemente 2 bis 15 im austrittsseitigen Teilbereich A der Welle 1 geglättet. Die aus dem Teilbereich B stammenden pfropfenartigen Produktanhäufungen des schüttgutartigen Produktes werden nämlich durch die relativ dicht aneinander angeordneten Förderelemente 2 bis 15 nach und nach zerteilt und entlang der axialen Richtung als auch der Umfangsrichtung in diesem Teilbereich A verteilt. Dies führt zu einer Vergleichsmässigung bzw. Glättung des pulsierenden Produktausstosses. Der die peripheren Bereiche der Förderelemente 10 und 17 verbindende Steg dient als Abstreifer zum Abstreifen von Produkt, das an der Innenwand der zylindrischen Kammer im Austrittsbereich haften kann.

Fig. 4 ist eine weitere Ansicht der Welle von Fig. 1 in einer gegenüber der Seitenansicht von Fig. 2 um 270° in der Förder-Drehrichtung der Welle 1 gedrehten Stellung. Ausserdem sind die Welle 1 und sämtliche Förderelemente des Teilbereichs A (siehe Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3) durchsichtig dargestellt, sodass sämtliche Sichtkanten aller Förderelemente erkennbar sind. Zur Ergänzung der Perspektivansichten und der Seitenansicht von Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3 sind in Fig. 4 zur besseren Veranschaulichung des Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Welle vier Schnittebenen A-A, B-B, C-C und D-D senkrecht zur Wellenachse dargestellt. Betrachtet man die erfindungsgemässe

Welle 1 mit ihren Förderelementen entlang der Schnittebene A-A der Produkt-Förderrichtung F (siehe Fig. 1), so erkennt man die teilweise geschnittenen acht Förderelemente 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 sowie die geschnittene Welle 1. Betrachtet man die erfindungsgemässe Welle entlang der Schnittebene B-B in der Produkt-Förderrichtung F, so erkennt man die vier Förderelemente 4, 5, 6, 7, die eine Vierer-Teilung bilden, vor den acht Förderelementen 8 bis 15 der in der Schnittebene A-A sichtbaren Achter-Teilung. Hinter dem Förderelement 4 ist ein Teil des Förderelements 14 sichtbar. Hinter dem Förderelement 5 ist ein Teil des Förderelements 8 sichtbar, hinter dem Förderelement 6 ist ein Teil des Förderelements 10 sichtbar, und hinter dem Förderelement 7 ist ein Teil des Förderelements 12 sichtbar.

Betrachtet man die erfindungsgemässe Welle entlang der Schnittebene C-C entgegengesetzt zur Produkt-Förderrichtung F (siehe Fig. 1), so erkennt man das teilweise geschnittene Förderelement 31, das Förderelement 32, das Förderelement 33 und das Förderelement 34, die zusammen eine zyklische Einheit der als Vierer-Teilung angeordneten Förderelemente 21 bis 72 des Teilbereichs B bilden. Betrachtet man schliesslich die erfindungsgemässe Welle entlang der Schnittebene D-D, so erkennt man das teilweise Förderelement 71 und das etwas kleinere Förderelement 72.

Man erkennt, dass bei dem Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Welle gemäss Fig. 1 bis 4 sowohl durch den 270°-Winkelversatz der Förderelemente im Teilbereich B sowie durch die zerteilend und verteilend auf Produktanhäufungen wirkenden Förderelemente im Teilbereich A der Welle eine Vergleichmässigung bzw. Glättung des Produktausstosses am Austritt der erfindungsgemässen Fördereinrichtung erzielt wird.

Etwas anders ausgedrückt lässt sich die Wirkungsweise der erfindungsgemässen Fördereinrichtung folgendermassen beschreiben. Im Teilbereich B sind die Förderelemente 21 bis 72 entlang einer sich um die Welle 1 windenden gleichförmigen Schraubenlinie angeordnet, wie man am besten aus Fig. 1 und Fig. 2 sieht. Wäre entlang dieser Schraubenlinie ein kontinuierlicher Steg ausgebildet, hätte er eine nach rechts fördernde Wirkung auf das Produkt, wenn die Welle 1 im Gegenuhrzeigersinn um ihre Achse gedreht wird, wobei man entlang der Produkt-Förderrichtung F schaut. Da jedoch dieser fiktive rückwärtsfördernde Gang diskontinuierlich durch die Förderlemen-

te 21 bis 72 ausgebildet ist, deren Anstellwinkel eine Förderung entgegengesetzt zur Förderrichtung des fiktiven kontinuierlichen Ganges bewirken, kommt eine relativ schwache Förderwirkung entlang der Produkt-Förderrichtung F im Teilbereich B der Welle 1 zustande. Zwischen diesem diskontinuierlichen Steg bzw. Quasi-Steg entstehen Produktanhäufungen bzw. Pfropfen, deren Abmessungen etwa der Weite des Quasi-Ganges zwischen dem diskontinuierlichen Steg bzw. dem Quasi-Steg entsprechen. Am austrittsseitigen Endbereich der Welle 1 befinden sich in diesem Quasi-Gang zusätzliche Elemente 2 bis 15, die ebenfalls als Förder Elemente ausgebildet sind, um diese Produktanhäufungen zu zerteilen und zu verteilen. Die in Vierer-Teilung angeordneten Förder Elemente 21 bis 72 des Teilbereichs B bilden einen Quasi-Steg mit relativ grosser Steigung, während die verteilenden und zerteilenden zusätzlichen Förder Elemente 8 bis 15, drei parallele Quasi-Stege ohne Steigung bilden. Der erste diskontinuierliche Quasi-Steg ohne Steigung besteht aus den Förder Elementen 2 und 3, die in Zweier-Teilung angeordnet sind. Der zweite diskontinuierliche Quasi-Steg ohne Steigung besteht aus den Förder Elementen 4, 5, 6, 7, die in Vierer-Teilung angeordnet sind, und der dritte diskontinuierliche Quasi-Steg besteht aus den Förder Elementen 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, die in Achter-Teilung ohne Steigung angeordnet sind.

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird ein Grossteil der Vergleichsmässigung bzw. Glättung des Produktausstosses durch die austrittsseitige Zerteilung und Verteilung der im Teilbereich B entstehenden Produktanhäufungen erzielt. Ergänzend zu dieser Glättungswirkung im Teilbereich A wirkt auch der 270°-Versatz der Förder Elemente im Teilbereich B glättend.

Selbstverständlich könnte die Erfindung auch mit anderen Teilungen im Teilbereich B und im Teilbereich A realisiert werden. Anstelle der Vierer-Teilung, bei der die Förder Elemente einer zyklischen Gruppe bei den Winkelpositionen 90°, 180°, 270° und 360° angeordnet sind, lassen sich auch Fünfer-Teilungen, Sechser-Teilungen, Siebener-Teilungen und Achter-Teilungen realisieren. Allerdings ist die Anzahl der verwendbaren Förder Elemente durch ihr benötigtes Eigenvolumen begrenzt, das vom Prozessraum-Volumen verloren geht.

**Bezugszeichenliste**

1	Welle
21 bis 24	erste Förderelemente (erste zyklische Gruppe)
31 bis 34	erste Förderelemente (zweite zyklische Gruppe)
41 bis 44	erste Förderelemente (dritte zyklische Gruppe)
51 bis 54	erste Förderelemente (vierte zyklische Gruppe)
61 bis 64	erste Förderelemente (fünfte zyklische Gruppe)
71, 72,	erste Förderelemente (Teil einer sechsten zyklischen Gruppe)
2, 3	weitere Elemente (Förderelemente mit Zweier-Teilung)
4 bis 7	weitere Elemente (Förderelemente) mit Vierer-Teilung)
8 bis 15	weiter Elemente (Förderelemente mit Achter-Teilung)
A	Teilbereich mit Quasi-Gängen ohne Steigungen
B	Teilbereich mit Quasi-Gängen mit Steigungen
F	Produkt-Förderrichtung.

### Patentansprüche

1. Fördereinrichtung zum Transportieren eines förderbaren, insbesondere schüttgutartigen, Produktes, mit einer im wesentlichen zylindrischen Kammer, in der mindestens eine Welle angeordnet ist, die sich entlang der Zylinderachse erstreckt und wobei jede Welle 1 eine Vielzahl erster Förderelemente (21, 22, 23, 24, 31, 32, 33, 34, ..., 61, 62, 63, 64) zum Transport von Produkt in einer Produkt-Förderrichtung F aufweist, die sich radial von der Welle 1 aus erstrecken und an jeweils einem Verbindungsort auf der Oberfläche der Welle mit der Welle verbunden sind, wobei die einzelnen Verbindungsorte entlang einer schraubenartigen Linie an der Oberfläche der Welle angeordnet sind und die Vielzahl der ersten Förderelemente (21, 22, 23, 24, 31, 32, 33, 34, ..., 61, 62, 63, 64) einen der schraubenartigen Linie entsprechenden ersten Gang mit einem ersten diskontinuierlichen Steg bilden, der sich schraubenartig um die Oberfläche der Welle erstreckt, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest in Teilbereichen A des ersten Gangs weitere Elemente (2 bis 15) angeordnet sind, die in den ersten Gang ragen.
2. Fördereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die weiteren Elemente (2 bis 15) ebenfalls Förderelemente zum Transport von Produkt sind.
3. Fördereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die weiteren Elemente mindestens einen weiteren diskontinuierlichen Steg bilden, der entlang und innerhalb des ersten Gangs derart verläuft, dass der erste Gang zumindest in Teilbereichen in mindestens zwei Teilgänge unterteilt ist.
4. Fördereinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Produkt-Förderrichtung die Anzahl der weiteren diskontinuierlichen Stege und damit die Anzahl der Teilgänge zunimmt.

5. Fördereinrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Produkt-Förderrichtung Bereiche mit grösserer und Bereiche mit kleinerer Anzahl diskontinuierlicher Stege aufeinanderfolgen.
6. Fördereinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Produkt-Förderrichtung Bereiche mit zunehmender und Bereiche mit abnehmender Anzahl diskontinuierlicher Stege aufeinanderfolgen.
7. Fördereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Produkt-Förderrichtung die Steigung des ersten Gangs zunimmt.
8. Fördereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Produkt-Förderrichtung Bereiche B mit grösserer und Bereiche A mit kleinerer Steigung des ersten Gangs aufeinanderfolgen.
9. Fördereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Produkt-Förderrichtung Bereiche mit zunehmender und Bereiche mit abnehmender Steigung des ersten Gangs aufeinanderfolgen.
10. Fördereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderelemente Paddel bzw. Schläger sind.
11. Fördereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderelemente schaufelartig geformt sind.
12. Fördereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein erster Teil der Förderelemente Paddel bzw. Schläger sind und ein weiterer Teil der Förderelemente schaufelartig geformt sind.
13. Fördereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die entlang der schraubenartigen Linie auf der Oberfläche der Welle mit der Welle verbundenen und den ersten diskontinuierlichen Steg bildenden ersten Förderelemente und die zumindest in Teilbereichen des ersten Gangs angeordneten

weiteren Elemente derart angeordnet sind, dass ein in der zylindrischen Kammer enthaltenes Produktvolumen, das aufgrund einer Drehung der Welle mittels eines der ersten Förderelemente entlang der Produkt-Förderrichtung auf einem Produktweg in der Kammer ein Stück weiterbewegt wird, von mindestens einem den Produktweg kreuzenden Element der weiteren Elemente zerteilt und auseinanderbewegt wird, bevor dieses Produktvolumen von mindestens einem weiteren der ersten Förderelemente erfasst und weiterbewegt wird.

14. Fördereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Förderelemente an der Welle derart angeordnet sind, dass der Ort, zu dem ein Produktvolumen aufgrund der Drehung der Welle durch Kontakt mit einem der ersten Förderelemente entlang der Produkt-Förderrichtung verschoben wird, nach einem bestimmten ersten Drehwinkel der Wellendrehung mit einem weiteren, an der Welle weiter förderabseitig gelegenen der ersten Förderelemente in Kontakt gelangt, um entlang der Produkt-Förderrichtung weiter verschoben zu werden.
15. Fördereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Zahl der Gänge entlang der Produktförderrichtung von einem Gang bis zu maximal acht Gängen zunimmt.
16. Fördereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass axial benachbarte Förderelemente um  $90^\circ$  versetzt zueinander an der Welle angeordnet sind ( $90^\circ$ -Teilung).
17. Fördereinrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der bestimmte Drehwinkel  $\geq 90^\circ$  ist.
18. Fördereinrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der bestimmte Drehwinkel  $\geq 180^\circ$  ist.
19. Fördereinrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der bestimmte Drehwinkel  $\geq 270^\circ$  ist.



20. Fördereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass durch die ersten Fördererelemente und die weiteren Fördererelemente entlang der Produkt-Förderrichtung an der Welle Bereiche mit unterschiedlicher Gängigkeit bestimmt werden.
21. Fördereinrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Gängigkeit entlang der Produkt-Förderrichtung zunimmt.
22. Fördereinrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Produkt-Förderrichtung an der Welle die Gängigkeit von einem ersten axialen Wellenabschnitt zu einem stromab benachbarten weiteren Wellenabschnitt jeweils verdoppelt wird.
23. Fördereinrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Produkt-Förderrichtung an der Welle die Gängigkeit von einem ersten axialen Wellenabschnitt zu einem stromab benachbarten weiteren Wellenabschnitt jeweils um einen Gang zunimmt.
24. Fördereinrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die weiteren Elemente an der Welle derart angeordnet sind, dass der Ort, zu dem ein Teil des Produktvolumens aufgrund der Drehung der Welle durch Kontakt mit einem der weiteren Elemente entlang der Produkt-Förderrichtung verschoben wird, nach einem bestimmten weiteren Drehwinkel der Wellendrehung mit einem weiteren, an der Welle weiter förderabseitig gelegenen der weiteren Elemente in Kontakt gelangt, um entlang der Produkt-Förderrichtung weiter verschoben zu werden, wobei der weitere Drehwinkel kleiner als der erste Drehwinkel ist.
25. Vorkonditionierer zum Vorkonditionieren eines schüttgutartigen, flüssigkeitsaufnahmefähigen Produktes, mit einer Mischkammer, die zum Benetzen des Produktes mit der Flüssigkeit ausgelegt ist, und einer Verweilkammer, die zum Einwirkenlassen der Flüssigkeit auf das Produkt ausgelegt ist, dadurch gekennzeichnet,

dass die Verweilkammer eine Fördereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 24 ist.

26. Verfahren zum Transportieren eines förderbaren, insbesondere schüttgutartigen, Produktes, mittels einer Fördereinrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass ein in der zylindrischen Kammer enthaltenes Produktvolumen aufgrund einer Drehung der Welle mittels eines Förderelements einer ersten Gruppe von Förderelementen entlang der Produkt-Förderrichtung auf einem Produktweg in der Kammer ein Stück weiterbewegt wird und von mindestens einem den Produktweg kreuzenden Element einer Gruppe weiterer Elemente zerteilt und auseinanderbewegt wird, bevor mindestens ein Teil dieses Produktvolumens von mindestens einem weiteren der ersten Förderelemente erfasst und weiterbewegt wird.